

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-128438
(P2001-128438A)

(43) 公開日 平成13年5月11日 (2001. 5. 11)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 2 K 41/02
9/19

識別記号

F I
H 0 2 K 41/02
9/19

テーマコード* (参考)

Z 5 H 6 0 9
Z 5 H 6 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-307199
(22) 出願日 平成11年10月28日 (1999. 10. 28)

(71) 出願人 000132725
株式会社ソディック
神奈川県横浜市都筑区仲町台 3 丁目12番 1
号
(72) 発明者 関 陽 一
福井県坂井郡坂井町長屋78番地 株式会社
ソディック福井事業所内
(72) 発明者 長谷川 太 郎
福井県坂井郡坂井町長屋78番地 株式会社
ソディック福井事業所内
(74) 代理人 100064285
弁理士 佐藤 一雄 (外 3 名)

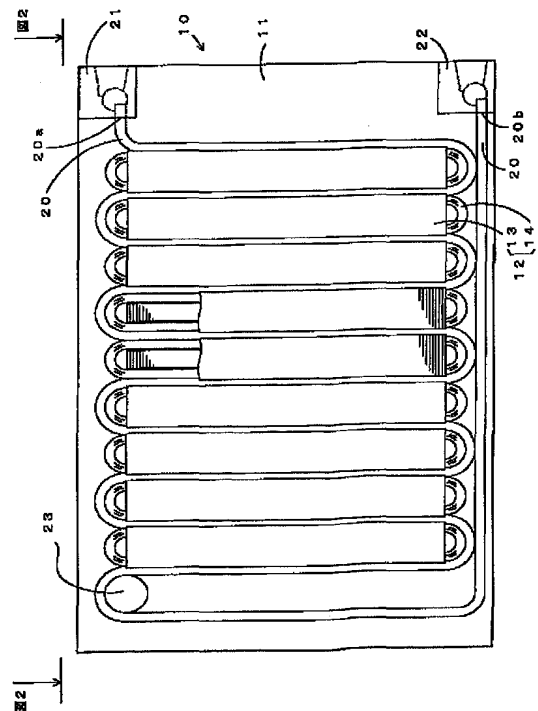
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアモータおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電機子に発生する熱を効率的に冷却し、トルクリップルやコギング等が小さくて高精度の位置決め制御特性を有し、製造を容易にする。

【解決手段】 I 字状の電磁鋼板が積層された鉄心 1 3 とその凹部に巻回されたコイル 1 4 とからなる複数の電機子 1 2 を整列配置させ、電機子 1 2 を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子 1 2 の間隙を縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却配管 2 0 により構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 I字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数の電機子を整列配置させたりニアモータにおいて、

前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項2】 複数の永久磁石を列設した磁石板とI字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を略閉塞して縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項3】 複数の永久磁石を列設した磁石板と鉄心にコイルが巻回された複数の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、磁石板と対向する一端が所定の幅を有し、かつ他方端が複数の電機子を整列配置させるための所定の寸法に製作された略I字形状の積層された電磁鋼板の鉄心を有し、前記鉄心の凹部にコイルを巻回して製作された電機子と、

前記電機子を冷却する冷却部材が、少なくとも前記電機子のコイル巻付け部を覆って隣り合う前記電機子の間隙を縫うように前記電機子のコイル部の外周寸法に合わせて連続的に折り返された形状に予め成形された扁平中空状の扁平冷却管と、前記扁平冷却管の折り返された間隙に挿入された前記電機子と前記扁平冷却管を所定の位置に固定するための固定プレートにより構成されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項4】 前記冷却部材は、その長尺方向に連通すると共に互いに平行する多数の孔を有するアルミニウム押出し成形材により形成されていることを特徴とする請求項1、2及び3の何れかに記載のリニアモータ。

【請求項5】 I字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数の電機子を整列配置させたりニアモータの製造方法において、

I字状の複数の電磁鋼板を積層し、接着または溶接してコア状に形成した鉄心の凹部に絶縁材を介してコイルを複数層に巻回して個別電機子を形成するステップと、前記電機子のコイル巻付け部を覆う幅を少なくとも有する扁平中空状の扁平冷却管を隣り合う前記電機子の間隙を埋めるように前記電機子のコイル部の外周寸法に合わせて、かつ前記電機子の取付ピッチに合わせて連続するS字状に折り返して冷却部材を成形するステップと、前記電機子の少なくとも1つを電機子取付ベースの所定箇所に仮固定するステップと、

前記仮固定された電機子に折り返された扁平冷却管間の間隙の開放している方向から差し込み、そして所要数の前記電機子を順次残の間隙に挿入するステップと、前記扁平冷却管の一端を前記ベースの所定箇所に固定すると共に、前記複数の電機子をS字状の折り返し部分に挿入した状態でI字状の鉄心の底部寸法を基準長として整列配置させて所定の取付け位置に固定するステップと、

前記扁平冷却管の他端を所定の取付箇所に位置決めして固定するステップと、

を備えることを特徴とするリニアモータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は各種機械における移動体を移動させて所望位置に停止させる移動／位置決め手段としてのリニアモータに係り、特に電機子の冷却構造を改良したりニアモータとその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、一般的な工作機械や測定器械等の種々の機械に用いられる例えばワークテーブルのような移動体を所定の直線路に沿って直進往復移動させると共に、所望の位置で停止させて位置決めする手段としてリニアモータが用いられている。最近では、例えば送りねじ機構等の他の伝動手段の介在を不要にする構造として評価され、種々の分野で一段と多用される傾向にある。

【0003】 このようなリニアモータには、例えば複数の永久磁石片を直線路に沿って配列させた磁石板により該直線路沿いの表面領域に磁場を形成しておき、前記磁石板の磁石片と電磁相互作用を行なう巻線を内蔵して磁石板に対して直進路に沿う直動推力を発生させる電機子を有するものがある。

【0004】 この種のリニアモータにおいては、モータの温度上昇により定格推力が制限されることから、リニアモータを冷却する冷却部材が設けられており、例えば電機子の磁極部とは反対側に冷却配管を配設するようにして、コイルから鉄心を経て伝達された熱を冷媒を介して外部に逃してモータの温度上昇を抑制して定格推力の低下を防止しているものがある。

【0005】 また、特開昭63-18956号公報には、I字状の鉄心を備え、コイルの下側に冷却管を備えたりニアモータ用冷却装置が開示されている。この従来のリニアモータは図7ないし図9に示すように、可動子1と、固定電機子4より構成され、可動子1はキャリア2と、このキャリア2の下面に固定された永久磁石3とを備え、固定電機子4は、ベース5と、このベース5の可動子1側の面より可動子1方向にI字状に突出する複数のI字状歯6と、これらのI字状歯6の所定個数を纏めたグループ毎に巻回され各グループのI字状歯を1つずつずらして複数段に設けられたコイル7と、を備えている。

【0006】固定電機子4のベース上には、図7に示すように、冷却管8が隣接するI字状歯6間に1本ずつ設けられている。この冷却管8は、図7のVIII-VIII線切断平面図である図8に示すように、I字状歯6を縫うように配設された蛇行管8Aであっても良いし、図9に示すように、梯子状管8Bであっても良い。図8に示す蛇行管8Aにおいては、ガス状または液体状の冷媒が蛇行管8Aの一端、例えば図中右端から供給されて他端、例えば左端に排出されるようにして循環されている。また、図9に示す梯子状管8Bは、入口側ヘッダ8aと、出口側ヘッダ8bと、両ヘッダ8a、8bを橋絡する橋絡部8cと、を備え、入口側ヘッダ8aの右端側から供給された冷媒が出口側ヘッダ8bの右端側に循環されて、その際に橋絡部8cの入口側ヘッダ接続部から出口側ヘッダ接続部へと冷媒が流れることにより電機子4の発熱を冷却するようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、リニアモータを工作機械において使用する場合、工場内における機械の設置スペースの問題や、テーブル等の可動部の軽量化等のために、機械全体をなるべくコンパクトに製造することが望ましいため、駆動装置であるリニアモータもまた、その性能を維持しつつできるだけ小型化するようにしている。またリニアモータを工作機械の駆動装置として用いる場合、減速機構を介することなくリニアモータにより直接に移動体を高速度で移動させるため、大きな推力を発生させる必要もある。

【0008】このため、回転型モータと比較して経時的な使用により高熱が発生し易いことになり、もしもリニアモータの冷却効率が悪い場合には、上述のようにリニアモータの温度上昇により定格推力が低下するという不都合ばかりでなく、リニアモータそのものやリニアモータを取り付けた機械の部材への熱の伝導が起り、送り機構が熱変形して、位置決め精度や直進性能を著しく低下させる虞れや不都合もある。

【0009】また、例えば工作機械の場合、駆動装置であるリニアモータは、駆動力を正確に伝達し精密に位置決めするためにベッド部材やテーブル部材の間など比較的狭い空間に取り付けなくてはならず、取付場所の制約ばかりでなくその大きさの点からも種々の制約を受けることになる。さらに、リニアモータ自身が発する強力な磁力のための磁性ゴミ対策のために、リニアモータが外部に対して密閉されることが多いので、閉鎖的な空間の中で熱が籠もり易くなることが多い。このため自然冷却が困難な場合が多く、また上述した熱変形や定格推力の低下等を生じさせないためにも、冷却手段を用いてリニアモータを十分に冷却する必要がある。

【0010】上述の熱の発生に対する対策を十分に講ずる必要性に加えて、工作機械に使用されるリニアモータでは、0.01~1 μ m単位の高精度な位置決め制御を

行なうことができるように、どの位置であっても発生する駆動推力が均一であることが要求される。このため、機械の送り機構に取付けることができるように、リニアモータをできる限り小型化しつつ、リニアモータのトルクリップルやコギングを極力小さなものにしなければならない。そこで、隣接する磁極鉄心上端の間隔を適度に狭くして鉄心上の磁束密度が適切に分布するように構成しなければならない。

【0011】しかしながら、上述した従来のリニアモータ用冷却装置によれば、巻線に電圧を印加することにより発生するリニアモータの熱は、電機子の鉄心間に配設された冷却配管や、継鉄部側に配設された冷却配管によって冷却しているために、発明者らの実験によれば工作機械に用いる場合では上述の制約のため、渦電流により鉄心に発生した熱や複数の巻線間に発生した熱を十分に冷却することが困難であった。

【0012】また、リニアモータの電機子を製造する際に、予め鉄心が形成されているので冷却配管を鉄心間に敷設した後にコイルを巻回する場合には、鉄心間に巻き線機による作業領域を確保しておく必要があり、高密度にコイルを巻き回すことが困難であると共に冷却配管をコイル領域全体に密着させることが困難である。上記のような製造手順を入れ換えてコイルを巻き回した後に冷却配管を取り付ける場合には、上述の公報に記載の複相巻き式コイル構造では鉄心間に冷却配管を挿入することができず部分的な冷却構造となる。

【0013】一方、I字状歯の鉄心構造としては、特開平5-83923号公報に記載の単相巻リニア誘導モータのI字状歯の鉄心凹部にコイルを巻回したものが開示されている。この公知例には電機子の冷却構造は開示されておらず冷却についての課題が残されている。この種の構造のリニアモータでは、効率的な冷却を行なうために熱変換容積の大きい冷却配管を鉄心間に挿入するスペースを確保するために磁極の間隙を広く取る必要性が予想されトルクリップルやコギングの問題も残されている。また、冷却配管を鉄心間に挿入するときに鉄心に巻かれたコイルに損傷を与える虞もある。

【0014】このように、どちらの方式においても生産性が上がらないという問題があり、要求される性能を維持しつつ小型化されたりリニアモータの電機子の生産性を高めることが難しかった。

【0015】また、他の先行技術として、矩形状コア（突磁極部）の周囲にコイルを設け、この突磁極部とコイルとの間にコイル冷却用部材としてのボピンを設けたリニアモータの冷却構造が、特開平9-154272号公報に開示されている。しかしながら、このコイル冷却用部材としてのボピンは、磁極部よりも熱伝導率の高い例えばアルミニウム等の非磁性材料によりコイルの内側で面接触するように形成されているが、冷媒は少なくともボピンの一部を流通しているだけであり、また、ボ

ピンは単純な構造ではないためにその製造コスト、製造の容易性についてさらに検討するべき課題が残されている。

【0016】本発明は、上記問題点を解消するためになされたものであり、コンパクトな構造によりリニアモータの電機子に発生する熱を効率的に冷却できると共に、トルクリップルやコギング等が小さくて高精度の位置決め制御特性を備え、製造が容易なりニアモータおよびその製造方法を提供することを目的としている。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の基本構成に係るリニアモータは、I字状の電磁鋼板が積層されたコア状の鉄心と、この鉄心の凹部に巻回されたコイルとからなる複数の電機子を整列配置させたりニアモータにおいて、前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴としている。

【0018】上記のように、I字状の特殊な形状をした電磁鋼板を積層した鉄心の凹部にコイルを巻回すると共にこのコイルの外側に扁平冷却管が直接当たるように配設したので、発熱する可能性の最も高いコイルを近傍より冷却することができ、最も効率の良い冷却を行なうことが可能となる。また、冷却管を扁平にしてコイルに密着させることにより、コイルばかりでなくこの扁平冷却管も隣接するI字状鉄心の間隙の空間に収納することができるので、冷却効率の向上ばかりでなく冷却管配設スペースの有効利用も可能となる。

【0019】また、本発明の第2の基本構成に係るリニアモータは、複数の永久磁石を列設した磁石板とI字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、前記電機子を冷却する冷却部材が、隣り合う前記電機子の間隙を略閉塞して縫うように連続的に折り返されて配設された扁平中空状の扁平冷却管により構成されていることを特徴としている。

【0020】上記のように複数の永久磁石よりなる磁石板を備えると共に同期形リニアモータに本発明を適用しても第1の基本構成に係るリニアモータと同様に、冷却効率の向上を可能にすることができ、また、I字状の鉄心やコイルよりなる電機子の構造や扁平冷却管の構造は同一であるので、この第2の基本構成に係るリニアモータによっても冷却効率の向上と冷却管配設スペースの有効利用を図ることが可能となる。

【0021】また、本発明の第3の基本構成に係るリニアモータは、複数の永久磁石を列設した磁石板と鉄心にコイルが巻回された複数の電機子と前記電機子を冷却する冷却部材を備えたりニアモータにおいて、磁石板と対向する一端が所定の幅を有し、かつ他方端が複数の

の電機子を整列配置させるための所定の寸法に製作された略I字形状の積層された電磁鋼板の鉄心を有し、前記鉄心の凹部にコイルを巻回して製作された電機子と、前記電機子を冷却する冷却部材が、少なくとも前記電機子のコイル巻付け部を覆って隣り合う前記電機子の間隙を縫うように前記電機子のコイル部の外周寸法に合わせて連続的に折り返された形状に予め成形された扁平中空状の扁平冷却管と、前記扁平冷却管の折り返された間隙に挿入された前記電機子と前記扁平冷却管を所定の位置に固定するための固定プレートにより構成されていることを特徴としている。

【0022】このような構成を有する第3の基本構成に係るリニアモータによれば、第1および第2の基本構成に比べてより具体的な構成が限定されているので、冷却効率が改善されると共にスペースの有効利用が図られたりニアモータを容易に実施することが可能となる。また、固定プレートを用いることにより、電機子の狭い間隙への扁平冷却管の配設が容易になると共に、扁平冷却管の端部の固定や折り返しを容易に行なうことができ、作業性を向上させた電機子の冷却構造を提供することが可能となる。

【0023】上記第1ないし第3の基本構成において、前記冷却部材は、その長尺方向に連通すると共に互いに平行する多数の孔を有するアルミニウム押出し成形材より成る冷却管により構成するようにしても良い。このような容易に入手可能な材料を用いると共に冷却管の構造も簡単に加工も容易に行なえることから、製造コストの低減と共にリニアモータ全体のコンパクト化を図ることも可能となる。

【0024】また、本発明に係るリニアモータの製造方法は、I字状の電磁鋼板が積層された鉄心とその凹部に巻回されたコイルとからなる複数の電機子を整列配置させたりニアモータの製造方法において、I字状の複数の電磁鋼板を積層し、接着または溶接してコア状に形成された鉄心の凹部に絶縁材を介してコイルを複数層に巻回して個別電機子を形成するステップと、前記電機子のコイル巻付け部を覆う幅を少なくとも有する扁平中空状の扁平冷却管を隣り合う前記電機子の間隙を埋めるように前記電機子のコイル部の外周寸法に合わせて、かつ前記電機子の取付ピッチに合わせて連続するS字状に折り返して冷却部材を成形するステップと、前記電機子を少なくとも1つを電機子取付ベースの所定箇所に仮固定するステップと、前記仮固定された電機子に折り返された扁平冷却管間の間隙の開放している方向から差し込み、そして所要数の前記電機子を順次残る間隙に挿入するステップと、前記扁平冷却管の一端を前記ベースの所定箇所に固定すると共に、前記複数の電機子をS字状の折り返し部分に挿入した状態でI字状の鉄心の底部寸法を基準長として整列配置させて所定の取付け位置に固定するステップと、前記扁平冷却管の他端を所定の取付

箇所位置決めして固定するステップとからなることを特徴としている。

【0025】このようなステップにより扁平冷却管を複数列設されているI字状の電機子の隣接する2つの間隙に密着した状態で隙間なく配設することができ、スペース的に限られた部分に冷却効率の良い構造の扁平冷却管を手際よく配設することができ、作業効率を大幅に向上させることができると共に、鉄心、コイル、扁平冷却管を限局された狭隘な空間にコンパクトに収納することができ、リニアモータの電機子側に無駄な空間を生じさせないようにして、固定側、移動体側の何れに用いられてもリニアモータ全体の小型化を図れる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るリニアモータおよびその製造方法の実施形態について、添付図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の好適な実施形態に係るリニアモータおよびその製造方法を示す平面図であり、ベースプレート上に取り付けられた電機子と冷却部材との全体的な構成が示されている。

【0027】図1において、リニアモータ10は、ベースプレート11上に取り付けられた電機子12と冷却部材としての扁平冷却配管20とを備えており、電機子12の鉄心13はI字状の例えば珪素鋼板からなる電磁鋼板を積層して溶接または接着することにより構成されている。電機子12の詳細な構成は図3に示されており断面I字状の鉄心13の凹部に絶縁材15を被覆した上からコイル14を巻回することにより個々の電機子12が構成されている。

【0028】I字状の鉄心13は幅広になっており、図2および図3に示すように、隣接する基部13a同士を互いに接するようにして、ねじ16によりベースプレート11に取り付けられている。この基部13aの高さ

(図中、H1で示す)は隣接する基部の間に発生する磁力線がこの部分を通過するとき、磁束が飽和しない程度の高さで設定されている。また、鉄心13の上端部13bはできるだけ幅広に形成されているが、ベースプレート11に取り付けられたときに隣同士の鉄心の隙間が電機子12に対向配置される磁石板の永久磁石との間隔の2倍程度になるように形成されている。このようにして、隣接する鉄心13間で磁束がショートするのを防止しながら鉄心の上下端の幅をできるだけ広くすることによりトルクリップルを減少させるようにしている。また、鉄心13の底面部位の所定箇所には、この鉄心13をベースプレート11にねじ止めするためのタップ孔13cが形成されている。

【0029】前記電機子12は、鉄心13の中間部分のくびれた凹部に成型品である前記絶縁材15を嵌め込んでからコイル14が巻回されており、巻線機により1つ1つの鉄心13にコイル14を巻回するので、所定の巻線数で高密度にかつ所定の厚さで巻回することができ、

個々の電機子12の電磁特性が可及的に一定の値となるように形成される。このように、1つ1つの鉄心13にコイル14を高密度に巻回することにより、このリニアモータの推力が3個の鉄心毎にコイルを巻回する図7に示した従来のリニアモータの推力よりも減少する割合を小さくすることができる。

【0030】絶縁材15は、2枚1組の略U字形状の成形品であり、鉄心13の長尺方向の両端から鉄心13の凹部形状に沿うように差し込まれて、鉄心の凹部を覆うように位置決めされた後、巻線機によりコイル14を巻回することにより1つの電機子12が形成される。したがって、絶縁材15の断面形状は、図3に示されるように鉄心13の凹部に沿うようにその上部側および下部側においてコイル14と鉄心13の基部13a、上部13bのそれぞれの内向側のテーパ面を電氣的に絶縁するために、上下に散開する形状となっている。絶縁材15は薄く成形できると共に熱伝導性が良く、電氣的に確実な絶縁性を有するように、例えば液晶ポリマー樹脂等により形成されていることが望ましい。

【0031】各鉄心13に巻回されたコイル14が、3相式である場合には、モータ駆動装置のU、V、Wの3相線のうちの何れかの相の線が1つの鉄心に巻回され、これらU相、V相またはW相のコイルがU、V、W、U、V、W、U、V、W…と順に配列され、3相線に並列に結線される。この3相線は、3相ケーブルとしてコイル側リニアモータの外側に引き出されるか、コイル側リニアモータに固定された端子台に接続されて、モータ駆動装置のU、V、Wの3相線に接続される。さらに、ケーブル端子を取り付けるようにしても良い。一方、コイルの他端側は1つに纏められてモータ本体内で接続されている。

【0032】次に、本発明の1つの特徴としての冷却部材について説明する。冷却部材としての扁平冷却配管20は、図1に示すように、S字状に連続的に折り曲げられた蛇行状の扁平配管となっており、その両端20a、20bは第1のマニホールド21と第2のマニホールド22に溶接されて配管されている。扁平冷却配管20は、例えば自動車のラジエータに用いられるものを採用することができ、図3および図6に示すように、断面が扁平で内部に多数の冷却液を循環させるための透孔25が扁平冷却配管20の幅方向の全てにわたって形成されている。

【0033】したがって、従来のパイプ形状の配管と比較して配管内を流す冷却液量を充分に取ることができると共に発熱体に接する表面積を広く取ることができる。扁平冷却配管20の両端はマニホールド21、22の所定高さ位置に設けられた長孔に挿入された状態でろう付けされており、透孔25はマニホールド21、22の配管孔に冷却液が流通可能なように連通されている。このように、その長尺方向に連通すると共に互いに平行する

多数の孔を有する扁平冷却配管20を用いることにより、マニホールドの一方から供給される冷却液が一方向に淀みなく配管内を流れ他方のマニホールドから排出され効率的な冷却が図れる。

【0034】電機子12のコイル14の周りには絶縁材16が巻かれている。この絶縁材は例えば接着剤が塗布された絶縁材15と同様のフィルムまたは絶縁紙テープが使用される。この絶縁材16は、後述する組立工程において扁平冷却配管20の間に電機子12を挿入し固定する時にコイルのエナメル塗料の損傷を防ぎ、扁平冷却配管20電機子12との密着性を高める。また、ベースプレート11には、電機子12の鉄心13を固定するためのねじ(図示せず)用の孔18が所定の位置に複数穿設されている。

【0035】以上のように構成された、鉄心13とコイル14を含むコイル側リアモータはこれら全体を樹脂によりモールドしている。モールド樹脂は、例えば熱硬化性樹脂であるエポキシ系樹脂が用いられ、このエポキシ系樹脂は、後述するモールド工程の際に溶融してコイル14と扁平冷却配管20との間に浸透した後、反応硬化したときにコイルや配管等の金属に対して優れた接着性を有している。それに加えて、電気的な絶縁性も高く、かつ機械的強度も大きいばかりでなく寸法安定性もあり、高温となってもこれらの特性の低下は少ないことが確認されている。電機子12を扁平冷却配管20に挿入する際に電機子12に損傷を与える虞が無い挿入方法を採用すれば、このエポキシ系樹脂によるモールドを完璧に行なうことにより、前記絶縁材16を設ける必要がなくなる。

【0036】次に、上記構成を有するリアモータの製造方法について主として図5に従い詳細に説明する。まず、それぞれがI字状の複数枚の電磁鋼板を積層させてから接着または溶接によりコア状に形成した後タップ孔13cを加工した鉄心13を複数個、3相により駆動する場合には3の倍数個用意する。図5に示す製造方法においては、鉄心は9個用意されている。この鉄心13のそれぞれの凹部に絶縁材(図3の符号15)を嵌めこんだ後、巻線機によりそれぞれの単相コイル14を複数層に巻回して複数の9個の個別電機子12を形成する。このとき、コイル14を鉄心13に巻回した後で、図3に示されるように、コイル14の外周側にも絶縁材16を巻き付けておく。

【0037】扁平冷却配管20を図5に示す所要の寸法形状に予備成形した後、配管20の両端を溶接等の固定手段により第1および第2のマニホールド21、22に設けられた長孔に固定する。このマニホールド21と扁平冷却配管20の高さ方向の固定位置は、配管20をベース11上に取付けて電機子12の鉄心13をベース11に固定するとき、鉄心13の基部13aと配管20とが衝突しない高さすなわち図3のH1より上方の高さ

位置である。

【0038】次に、ベース11の両端の位置に電機子12をネジ19により仮止めして取付ける。そして、先に仮止めされた電機子12に合せて両端にマニホールドが取付けられた扁平冷却配管20を側面方向から移動させて略所定の位置に位置決めする。次に、残りの7つの電機子を順次図中の上方側に開放された3つの蛇行部分に3つの電機子12を挿入し、図中の下方側に開放された4つの蛇行部分に4つの電機子12を挿入していく。この冷却部材の蛇行部分は成形機により予めコイル外周の寸法に成形されており、挿入した複数個の電機子12を長手方向に整列させる案内として働き、挿入後はそれぞれの電機子は矩形板状のベースプレート11上の所定位置に位置決めされる。この状態でI字状の鉄心13の底部寸法を基準長として整列配置された状態となっている。ベース11に穿設された孔18の位置と鉄心13の固定用のタップ孔13cと一致している。

【0039】このとき、電機子12を図中の上下両方向から扁平冷却配管20の蛇行部分に挿入するのは、図3に示すように鉄心13の基部13aと先端部13bが扁平冷却配管20の蛇行部分よりも幅広の形状となっているからである。扁平冷却配管20の蛇行部分の幅が、鉄心13の凹部にコイル14を巻回した電機子12コイル14の幅よりも同じか僅かに広めになるように蛇行部分が折り返されている。扁平冷却配管20は可塑性の材質で作られているが僅かな弾力性を有しており、コイル挿入時に幅を調整することもでき電機子12のコイルに損傷を与える虞がない。また、1つ1つの電機子12は、コイル14が単独で一定の厚さになるように正確に巻回されているので、コイルの巻幅が一定となるコイル14の側面の大部分が扁平冷却配管20に接することになる。

【0040】その後、必要に応じて扁平冷却配管20の各部が個別の電機子12のコイル14の側面に確実に对接するように扁平冷却配管20の位置を直し、マニホールド21をベースプレート11に固定する。そして、全ての電機子12を所定の位置にネジにより固定する。次に図5に示すように、折り返し部材23を取付けた後に折り返し部材23の箇所から矢印のように当板を用いて大きく折り曲げると、第2のマニホールド22側の配管20が、下側から挿入した4つの電機子12の挿入口を塞ぐような位置になり、マニホールド22はベースプレート11の、図中の右下隅に固定される。このように扁平冷却配管20を折り返し部材23から折り返してベースプレート11の同じ側に配管する。

【0041】図6は、ここまでのステップで組み立てられたリアモータの外観を示す斜視図であり、図5の矢印VIの方向から眺め、一部切り欠いて示したものである。扁平冷却配管20は、電機子12のコイル14に密着するようにして隣接する電機子12間を縫うように蛇

行して設けられている。このような構造によれば、コイル14に冷却部材が当接していない箇所は蛇行部分の一方側の開放箇所のみということになる。蛇行部分の他方側の開放箇所は、折り返し部材23により折り返されてきて第2のマニホールド22（図6では図示せず）に連通する扁平冷却配管により開放箇所を塞がれるような状態になっているので、この部分は問題なく冷却される。なお、開放されている側に別途同種の扁平配管を用いて外周を包囲するようにすれば一層冷却効果が期待できる。

【0042】次に、コイル14の一端を1ヶ所に纏めて接続し、他端を3相線にそれぞれ並列に接続する。3相線の入力側（供給側）は後の工程によりモールドされるので少し余裕を持たせて長めの3相ケーブル線としてコイル側リニアモータの外側に出されている。このようにして組み立てられたコイル側リニアモータに型枠が載せられて、鉄心13の上端部13bの上面が埋没するまでモールド樹脂が注入されると、上記の3相ケーブル線を除いてコイル14、扁平冷却配管20が樹脂に浸漬される。この状態で加熱すると、モールド樹脂が溶融して流動性を呈し、やがて反応固化することになる。例えば、上記モールド樹脂では50℃程度から流動性を呈してコイル14と扁平冷却配管20の間に樹脂が浸透する。その後、150℃程度にまで加熱すると樹脂が熱により硬化してコイル14や扁平冷却配管20に接着される。

【0043】以上のようにしてモールドされたリニアモータは、冷却された後にフライス盤等により所定の寸法になるように上面を切除し、鉄心13の上面を露出させる。コイル14の3相ケーブル線は、そのまま3相ケーブル線として外に出しておくか、または、コイル側リニアモータに取り付ける端子台（図示せず）に接続してリニアモータとして用いられることになる。

【0044】以上のようにして組み立てられた本発明に係るリニアモータにおいて、コイル14で発生した熱が扁平冷却管に伝導する様子について図4を参照しながら説明する。図4は、図3と同一構成に対してコイル14で発生した熱が太線矢印のようにして冷却部材に伝搬し、冷却されていく様子を示している。図4において、コイル14で発生した熱は、まず横方向に矢印のように電機子12の外側に向かって伝導し、扁平冷却配管20の孔25を流れる冷媒によって冷却される。またコイル14で発生した熱は、鉄心13の本体内部にも伝導するが、鉄心13はI字状の形状をしているために、基部13aや上端部13bの方向に徐々に伝導し、扁平冷却配管20の上下の端部側で鉄心13の基部13aと上端部13bとに最も近接している部分でも熱の伝導が行なわれている。

【0045】このように、コイル14の表面側全体を扁平冷却配管20が覆うような構成となっているので、コイル14の冷却は最も効率良く行なわれることになる

が、さらに、鉄心13の本体内部方向に伝導された熱や鉄心で発生した熱も、鉄心13の基部13aや上端部13bの幅広の部分を経て扁平冷却配管20に伝えられるので、鉄心13の冷却も効率よく行なわれることになり、電機子12全体として極めて優れた冷却効果を発揮することができる。

【0046】なお、上記実施形態の説明においては、3相同期形リニアモータを例にとって説明したが、同期制御のために対向する永久磁石列の位置を検出してフィードバックを行なう検出手段については、従来と同様の構成により実施することができる。また、移動体が永久磁石列を備えず、単に誘導体である誘導形リニアモータにおいてもコイル側リニアモータと同様な構成とすることができる。

【0047】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明に係るリニアモータによれば、鉄心にコイルを巻回し製作された電機子をコイルの外周形状寸法にあわせて予め成形された可塑性の扁平冷却管の蛇行部分の間に挿入して組み付けることができるので、コイルをI字状の鉄心の凹部に可能な限り高密度にかつ所定の幅で巻回することができると共に、このコイルおよび珪素鋼板の鉄心の上下両端部にまでわたって扁平冷却管が略々全面で当接することになり、コイルの発熱をより効果的に冷却することができると共に、これによりリニアモータの推力を低下させることがなく、トルクリプルやコギングの発生も防止することができる。また、鉄心の上端を幅広に形成しても組立の際の支障がないので、鉄心の上面を最大限に広げることができる。

【0048】また、本発明によるリニアモータの製造方法によれば、扁平冷却管を複数列設されているI字状の電機子の隣接する2つの間隙に密着した状態で隙間なく配設することができ、スペース的に限られた部分に冷却効率の良い構造の扁平冷却管を手際よく配設することができ、コイルに損傷を与える虞なく作業効率を大幅に向上させることができると共に、鉄心、コイル、扁平冷却管を限局された狭隘な空間にコンパクトに収納することができ、リニアモータの電機子側に無駄な空間を生じさせないようにして、固定側、移動体側の何れに用いられてもリニアモータ全体の小型化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態によるリニアモータの概略構成を示す平面図。

【図2】図1に示されたりニアモータの正面図。

【図3】1つの個別電機子を冷却管と併せて示す拡大断面図。

【図4】本発明の第1実施形態におけるコイルで発生した熱の冷却配管への伝達を示す部分拡大断面図。

【図5】本発明の第2実施形態に係るリニアモータの製造方法を示す分解平面図。

【図6】図5の矢印VI方向から見たリニアモータを示す斜視図。

【図7】従来のリニアモータ用冷却装置の構成を示す正面図。

【図8】図7のVIII-VIII線切断の第1の構成の冷却管を示す平面図。

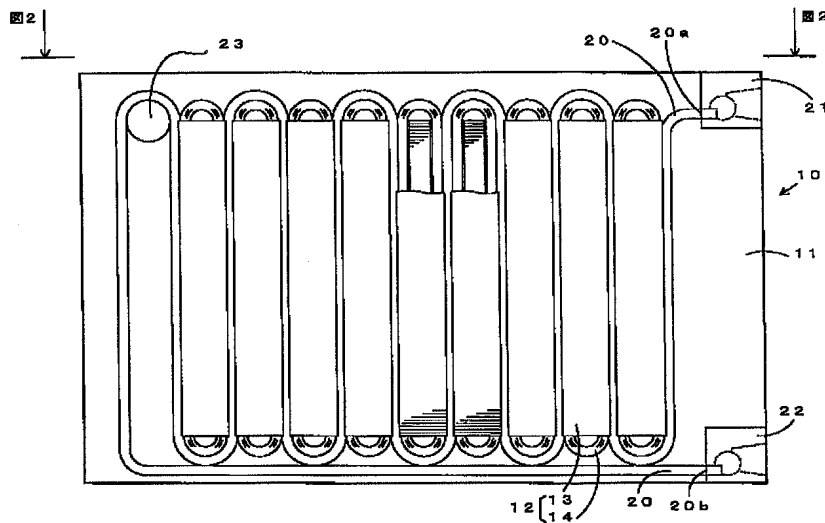
【図9】図7のVIII-VIII線切断の第2の構成の冷却管を示す平面図。

【符号の説明】

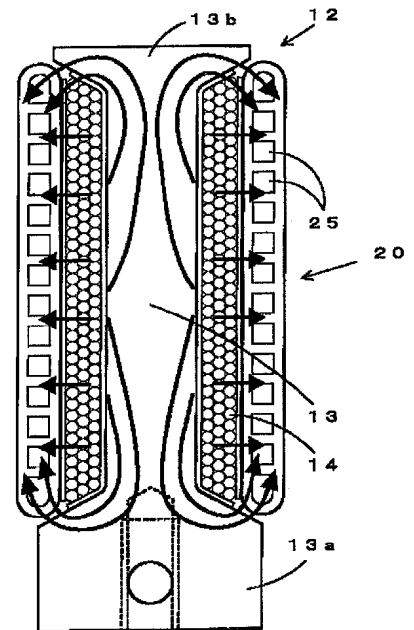
11 ベースプレート
12 電機子

13 鉄心
13a 基部
13b 先端部
13c タップ孔
14 コイル
15 絶縁材
18 孔
20 扁平冷却管
20a 一端
20b 他端

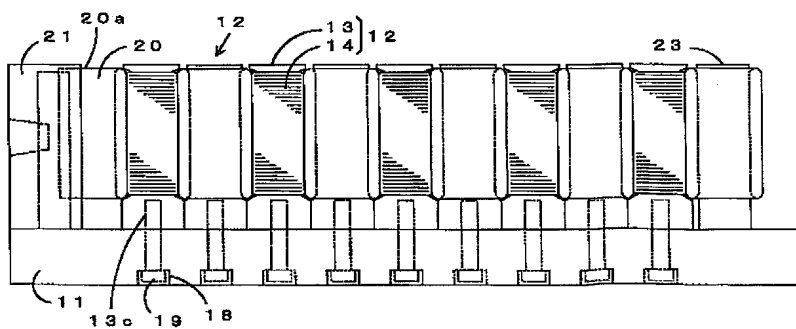
【図1】



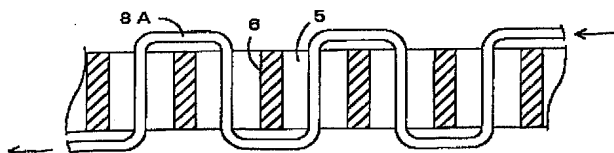
【図4】



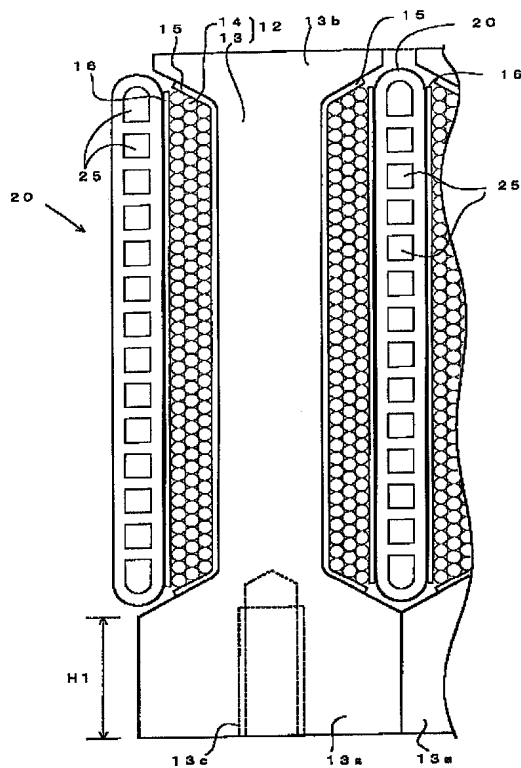
【図2】



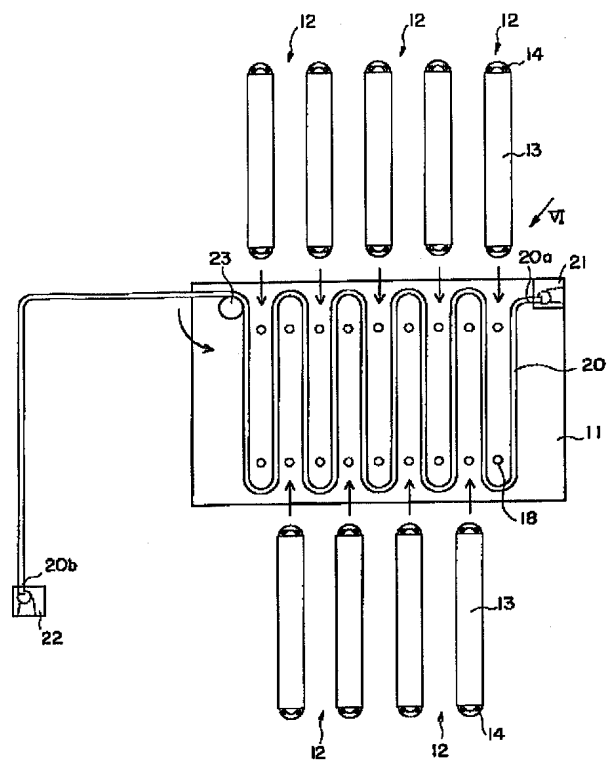
【図8】



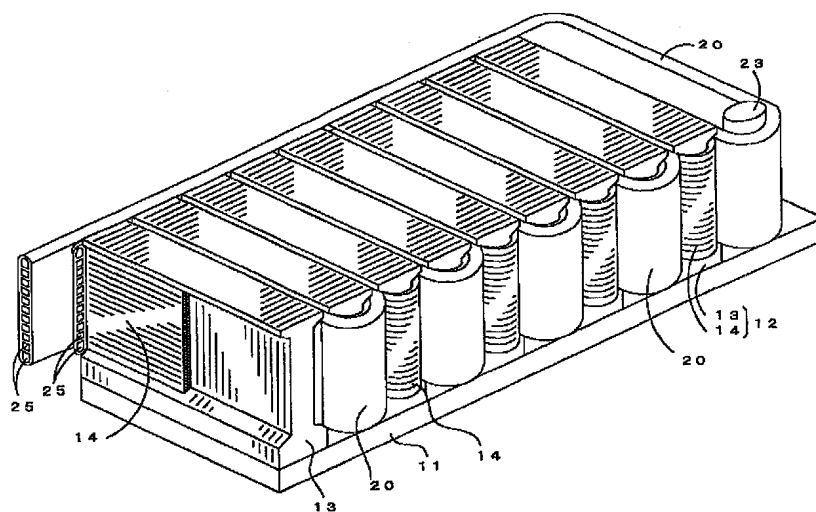
【図3】



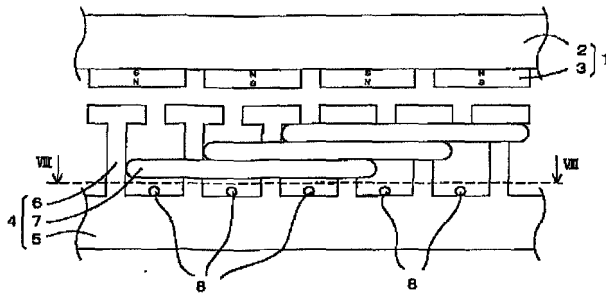
【図5】



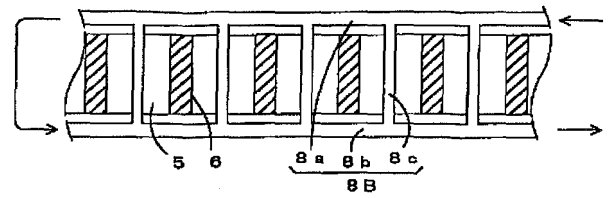
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H609 BB03 BB08 BB18 PP02 PP06
 PP07 PP08 PP09 QQ03 QQ04
 QQ05 QQ09 QQ18 RR27 RR37
 5H641 BB06 GG02 GG03 GG04 GG08
 GG10 GG11 GG12 HH01 HH02
 HH03 HH12 JB05